

V-3 コンクリートの温度伝導率に関する実験

北海道工業大学 正員 犬塚 雅生
 “ 正員 堀口 敬
 “ 正員 原田 勝男
 “ 学生員 桜井 康昭
 “ 学生員 堀岡 秀之

1. 概説

本報告は、コンクリート供試体に一定の厚さを持たせ、一方向から温度差を与えた時、時間経過に応じて変化した上昇温度の分布を実験的に求めた。この温度分布変化から熱伝導方程式の差分形により温度伝導率を算出しこれに与える諸因子の影響を見出すことを試みた。材種については、特に、鋼繊維補強コンクリートに重点を置いた。実験は、実験計画法にもとづいて行ない、その実験結果については分散分析により有意性の判定を行なった。

2. 実験方法

供試体内部の温度分布変化は、材料配合及び養生方法などの環境因子で異なり、また、試験値は熱照射方向・材種・熱照射経験回数によっても異なってくると見られ、直交表を利用し、材種・熱照射方向・熱照射経験回数、の3要因による温度伝導の影響を実験した。

2-1 供試体の配合設計

コンクリート供試体の配合設計は、表-1、表-2、表-3の通りに示したものである。

表-1 プレーンコンクリート及び鋼繊維補強コンクリートの配合基準

	粗骨材の 最大寸法	スランプ 範囲	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単 位 量 (kg)			
					水(w)	セメント(c)	細骨材(s)	粗骨材(g)
単 位 量	15mm	60±15mm	50%	47%	208	416	804	943
1バッチ(72)	15mm	60±15mm	50%	47%	1.46	2.91	5.63	6.60

表-2 鋼繊維重量 (単位kg)

1% (容積に対して)	$1570 \times 0.01 \times 3.2 \times 7.9 = 0.397$
2% (容積に対して)	$1570 \times 0.02 \times 3.2 \times 7.9 = 0.794$

表-3 汚泥と軽量骨材混入コンクリートの配合基準 (重量比)

	セメント(c)	汚 泥	軽 量 骨 材	塩化カルシウム
供試体 1	1	2.50	1.25	0.24
供試体 2	1	1.73	1.73	0.24
供試体 3	1	2.35	1.18	0.24

2-2 因子及び水準の決定

因子及び水準は、表-4に示す様に温度伝導率に影響を与えると思われるものとして、次の様に設定した。

a) 材種：供試体の構成因子として取り上げた。

材料1：プレーンコンクリート（普通ポルトランドセメント使用）

材料2：鋼繊維補強コンクリート 1%（表-2参照）

材料3：鋼繊維補強コンクリート 1% 半分に切断された鋼繊維（表-2参照）

材料4：鋼繊維補強コンクリート 2%（表-2参照）

材料5：鋼繊維補強コンクリート 1% ねじれた鋼繊維（表-2参照）

材料6：汚泥と軽量骨材混入コンクリート（表-3参照）

b) 熱照射方向、内部の水分が熱照射方向によって移動し、これが供試体内部の温度分布に影響すると考えられたため、表-4の様に、3方向を各水準とした。

c) 熱照射経回回数、処女熱照射における供試体内部の温度分布と熱照射経を持つ（1回）供試体内部の温度分布との差を考え、前者を水準1、後者を水準2とした。

表-4 因子及び水準の決定

水準 実験因子	1	2	3	4	5	6
材種	プレーン コンクリート	鋼繊維補強 コンクリート 1%	鋼繊維補強 コンクリート 1% (半)	鋼繊維補強 コンクリート 2%	鋼繊維補強 コンクリート ねじれ 1%	汚泥と軽量骨材 混入コンクリート
熱照射方向	-90°		+90°		0°	
熱照射回数	0 回			1 回		

3. 実験要領

供試体型枠内に熱電対を装填（図-1）し、打ち込んでから24時間経過後、型枠を外し28日間水中養生とし、実験日の前日に水中養生から湿潤養生に切り換え加熱実験を行なった。実験結果は、多点自動温度記録計により記録した。

3-1 円形供試体の作成

型枠は、鉄管（内径10cm、高さ20cm）を縦割りにし、対角線上に熱電対を出す様に穴をあけた。この穴に熱電対の先が型枠の中心に固定出来る様に装填しコンクリートを打ち込んだ。この時、型枠の接界面と熱電対穴の所から材料及び水分が抜けない様に、粘土を詰めた。型枠の底面にも一定の高さだけ粘土を詰め材料の流出を防いだ。熱電対が型枠内で固定されている為に、3層に分けて打ち込み層ごとにバイブレータを約3秒間かけて気泡を出した。打ち込んでから24時間経過後型枠をはずし水中養生とした。

3-2 実験

図-1の様に、供試体を発泡スチロールで覆い、供試体表面から12.5cmの距離をもたせ12kW電熱器で照射した。発泡スチロールは、供試体と外部温度を断熱状態に近くする為である。又、供試体内部に埋め込まれた熱電対は、自動温度記録計の端子と接属した。表-5の様に配列して順序を乱して実験を行なった。

5. 実験結果

得られた測定結果を要因分析すると表-7のようである。

表-7 要因分析表

因子	自乗和(10^8)	自由度	平均自乗和	F値
材種	809.6	7	115.7	2.4*
方向	689.6	2	344.8	7.2**
経験回数	2.88	1	2.88	
残差	1783.2	37	48.2	
計	3285.3	47		

分析の結果、材種においてはF検定で5%危険率で有意となり、方向性はF検定で1%危険率で有意となった。

図-3 温度伝導率と材種の関係

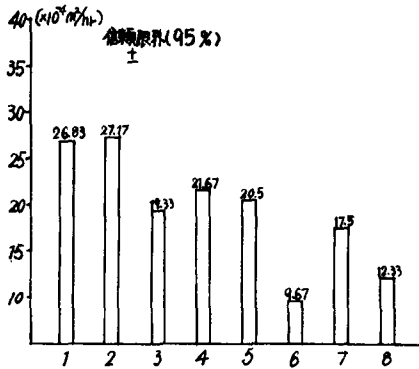
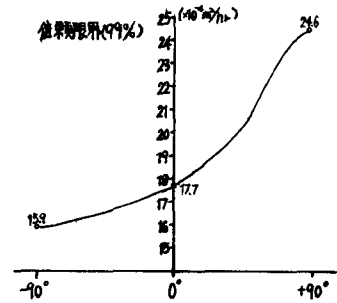


図-4 温度伝導率と方向の関係



6. 考察

分散分析(表-7参照)により本実験の水準の範囲において、材種別因子は5%危険率で有意となり、方向性は1%危険率で有意となった。これまでの研究では、対称温度範囲が20℃～50℃であったが、本実験ではこれが50℃～200℃で、鉄繊維補強コンクリートの温度伝導率が、普通コンクリートのそれに近づくことが見られた。これは、締め固め条件の影響と併せて考える必要があり、今後の検討事項である。伝熱方向の影響については、温度域の変化による影響が見られず、図-4のように、従来と同様の曲線が得られた。

熱照射経験回数によっての重量変化については、熱照射により重量は減少するが、熱照射後3日間恒温空において養生する事により恒温空の水分を吸収してある程度の重量回復はあるが、熱照射前の重量にはもどらない。